

# USO DO KANBAN NA PRODUÇÃO DE PRÉ-FABRICADOS DE CONCRETO

**Daniel Fernandes de Souza**

dfsouza89@gmail.com

**Dr<sup>a</sup>. Annielli Araújo Rangel Cunha**

anniellirangel@gmail.com

## RESUMO

Na busca por métodos capazes de fomentar mudanças significativas na construção civil, a industrialização do setor através do uso do pré-fabricado tem se destacado como opção, combatendo atrasos que atingem o setor. Entretanto, por mais eficaz o método, sem um planejamento e controle adequados, a produção de peças pré-fabricadas pode consumir recursos e comprometer o cronograma sem conferir os resultados esperados. Dessa forma, esse trabalho tem como objetivo apresentar os resultados da análise de uma indústria de pré-fabricados considerando a relevância da identificação de gargalos e melhoria da produtividade e confiabilidade do processo. O estudo de caso foi desenvolvido em uma fábrica que opera na região metropolitana do Recife-PE, que embora tenha sido planejada para produzir 3.000 m<sup>3</sup> de concreto, obtinha resultados bem inferiores ao projetado. Além disso, um constante atraso do cronograma de obras colocava em xeque sua credibilidade com clientes. Assim, o processo de fabricação de peças foi analisado com o auxílio do kanban. O método mostrou-se eficaz, e possibilitou a identificação de gargalos no fluxo, e através disso a aplicação de ações corretivas possibilitou o aumento de cerca de 50% na fabricação mensal de volume de concreto e redução dos atrasos de obras praticamente em sua totalidade.

**Palavras-chave:** Construção civil. Gargalo. Kanban. Pré-fabricados.

## ABSTRACT

In the search for methods capable of fostering significant changes in civil construction, the industrialization of the sector using the prefabricated parts has stood out as an option, fighting delays that reach the construction industry. However, as effective as the method, without adequate planning and control, the production of prefabricated parts can consume resources and compromise the schedule without conferring the expected results. Thus, this work aims to present the results of the analysis of a factory of prefabricated parts considering the relevance of the identification of bottlenecks and improvement of productivity and reliability of the process. The case study was developed in an industry that operates in the metropolitan area of Recife-PE, which although it was planned to produce 3,000 m<sup>3</sup> of concrete, is not capable of producing at least half of the expected. In addition, a constant delay of the work put in check its credibility with clients. Thus, the parts manufacturing process was analyzed with the help of kanban. The method proved to be very effective and allowed the identification of bottlenecks in the flow, and through this, the application of corrective actions allowed the increase of approximately 50% in the monthly production of concrete volume and reduction of the delays of works practically in their totality.

**Key words:** Construction. Bottleneck. Kanban. Prefabricated.

## 1 INTRODUÇÃO

A Construção Civil faz parte da gama de atividades referentes ao setor secundário da economia e é considerada uma das mais importantes atividades para desenvolvimento econômico e social do país. Ela é tão influente, que no ano de 2010 representava cerca de 13,1% do PIB brasileiro, no entanto, devido à crise econômica que atingiu o Brasil nos últimos anos, esse valor sofreu uma considerável queda e em 2017, fechou em 6,2%.

Apesar de ser considerada um dos ramos mais importantes no país, a indústria da construção civil ainda é tida como atrasada quando comparada a outros ramos da indústria. Algumas características do setor ainda são baixo índice de controle de qualidade, baixa produtividade e principalmente o grande desperdício de matérias, além de ser apontada como uma grande consumidora de recursos naturais o que corrobora com a ideia de indústria obsoleta. De acordo com Ângulo; Zordan; John (2007), o setor da construção civil consome entre 15 a 50% dos recursos naturais extraídos em todo o Brasil para fins industriais.

Alguns autores defendem a ideia de que uma forma de evoluir o setor da construção civil é industrializar o setor. Segundo Sabbatini; Agopyan (1989), o caminho natural da construção civil é aperfeiçoar-se como indústria, ou seja, industrializar-se, para a construção, é sinônimo de evoluir.

Conforme Acker (2002):

A forma mais efetiva de industrializar o setor da construção civil é transferir o trabalho realizado nos canteiros para fábricas permanentes e modernas. A produção numa fábrica possibilita processos de produção mais eficientes e racionais, trabalhadores especializados, repetição de tarefas, controle de qualidade, etc.

Para que a construção evolua, é necessário que novas ideias sejam aplicadas. O pré-fabricado é uma forma de combater esse atraso e associar suas técnicas com a utilização de elementos pré-moldados de concreto. Ordonez (1974) defende a ideia que a fabricação fora do canteiro, de partes da construção, capazes de serem utilizadas mediante ações posteriores de montagem é a pré-fabricação.

Apesar dessa tecnologia corrigir alguns dos problemas do setor, sem uma supervisão adequada os problemas passam a ser outros. Bititci; Suwignjo; Carrie (2001) endossa que algumas organizações, para se manterem competitivas, adotam estratégias de tecnologias para o gerenciamento de seus negócios que geram um maior conhecimento tanto do ambiente externo como interno. Tornaram-se objetivos de desempenho importantes para o crescimento organizacional a qualidade, rapidez, flexibilidade e o custo.

Para que tal crescimento organizacional ocorra o planejamento e controle da produção é fator fundamental, pois é primordial planejar, programar e controlar o que se produz para se ter uma indústria de sucesso.

Diante do exposto, é possível perceber a necessidade das indústrias de pré-fabricados em dominar minuciosamente seu processo produtivo, a fim de auxiliar a identificação de possíveis fatores impeditivos de produtividade e qualidade no decorrer das operações, e com isso, produzir de maneira mais eficiente e consequentemente contribuir na busca pelo combate aos atrasos na indústria da construção civil.

Na busca por técnicas que auxiliem no controle e programação de processos, é possível destacar o kanban que é uma técnica desenvolvida nos anos 50, por Taiichi Ohno. Consiste em representar os processos através da exposição de cartões colocados em um quadro num ponto visível para todos os funcionários. Os mais simples, possuem três blocos, que são montados da seguinte forma: A fazer, fazendo e feito. Cada cartão contém uma atividade ou serviço, e eles são distribuídos à medida que os processos são finalizados.

Dentro do contexto, esse trabalho tem como objetivo apresentar os resultados de uma aplicação do kanban em uma indústria de pré-fabricados que opera na região metropolitana do Recife, analisando o processo produtivo utilizado e identificando oportunidade de melhorias. Com isso, busca-se destacar a aplicabilidade da ferramenta na identificação dos gargalos existentes na linha de produção da empresa e com isso, auxiliar na melhora de produtividade.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Gargalo**

O grande objetivo de qualquer empresa para obter sucesso é atender com excelência seus clientes e dessa forma garantir a satisfação dos mesmos, que pode ser atingida com a qualidade tanto no serviço quanto no produto ofertado. Pensando nisso, para que uma indústria seja eficaz e tenha uma produção eficiente, é primordial que todos os processos sejam estudados a fim de auxiliar na identificação de gargalos e, se possível, que os mesmos sejam eliminados ou reduzidos.

Segundo Pessoa (2003):

Gargalo é qualquer obstáculo no sistema produtivo que restringe e determina o seu desempenho e a sua capacidade de obter uma maior rentabilidade. Em um processo

produtivo, o gargalo é a etapa com menor capacidade produtiva e que impede a empresa em atender plenamente a demanda por seus produtos.

O gargalo pode ser entendido como uma fase no sistema produtivo que pode causar a restrição do funcionamento do sistema, o que acaba determinando sua capacidade, e em alguns casos interrompendo o processo. Como ela é a etapa que funila todo o processo, é onde existirá a menor capacidade produtiva e isso afetará diretamente o desempenho do sistema como um todo e, consequentemente, a rentabilidade da empresa.

Umble; Srikanth (1995) defendem que o processo do sistema de produção com a menor capacidade de se produzir é o gargalo, e ele representa a restrição máxima na capacidade de produzir do sistema de produção com um todo.

Assim, a existência de níveis excessivos de capacidade produtiva em algumas etapas não-gargalos em relação à etapa gargalo, resulta em investimentos ociosos, que influenciam negativamente o desempenho da empresa. Logo, aumentar a capacidade produtiva da etapa gargalo e/ou redimensionar os investimentos ociosos nas etapas não-gargalos, podem constituir decisões estratégicas capazes de promover um maior retorno sobre o investimento (PESSOA, 2003).

## **2.2 Gargalo na Construção Civil**

Ao longo dos anos, a construção civil enfrentou vários problemas assim como qualquer outra indústria, no entanto, é possível afirmar que uma deficiência aparece de maneira constante nesses anos e é, sem dúvidas, um dos principais gargalos que a construção civil possui: a escassez de mão de obra qualificada. Segundo estudo promovido pela câmara Brasileira da indústria da construção (CBIC), pelo menos 74% das empresas da construção civil encontram dificuldades na seleção de trabalhadores com qualificações necessárias para preenchimento de diversos cargos.

É possível afirmar que o setor está pagando o preço por décadas sem investimento em formação de pessoal qualificado, uma vez que a base dessa indústria é constituída por pessoas de baixo nível de escolaridade, ou até mesmo, analfabetos. Além desses motivos citados, a busca cada vez maior por uma elevada produtividade e excelência faz com que novas técnicas e tecnologias sejam procuradas.

Com o intuito de corrigir fraquezas que atingem o setor por vários anos, algumas soluções foram estudadas e dentre elas, uma que ganhou destaque nos últimos anos é a industrialização da construção civil, a partir de indústrias de peças pré-fabricadas.

No entanto, por mais competente que seja a tecnologia empregada a fim de combater os problemas da construção civil, sem um sistema eficiente de planejamento e controle da produção, o que deveria ser a solução dos problemas, acaba tornando-se apenas mais um obstáculo a ser vencido. Pensando nisso, o sistema Toyota de produção tem se tornado um importante aliado na busca por soluções e melhoria da eficiência do setor.

## 2.3 Kanban

Dentre as contribuições do Sistema *Toyota*, a aplicação do *Kanban* tem seu destaque, pela relativa facilidade de aplicação e resultados de ordem gerencial e operacional observáveis.

Para falar de *kanban* é preciso associá-lo à filosofia que o antecede: o sistema *Just in time* (JIT). O JIT é um termo em inglês que significa o momento certo e é uma filosofia que visa eliminar os desperdícios, reduzindo o estoque e, conseqüentemente, os custos. É um sistema que funciona a partir de demanda, ou seja, após o produto ser pedido, a matéria-prima é adquirida, eliminando assim o estoque da fábrica ou reduzindo o máximo possível. Pensando nisso, uma ferramenta foi criada a fim de auxiliar que a filosofia JIT levasse aos resultados esperados, o *kanban*.

O *kanban* foi criado por volta de 1950 por Taiichi Ohno, ex vice-presidente da *Toyota Motor Company*, e em japonês significa cartão. Ohno concebeu a ideia a partir de um supermercado, ao notar que os produtos só eram reabastecidos no momento que as prateleiras estavam se esgotando. Como diz o nome, cartões são usados na linha de produção, e os mesmos indicam o que se deve ser feito em cada um dos setores da fábrica, reduzindo assim o trabalho desnecessário e aumentando a interação e comunicação entre os setores.

Oliveira (2005) defende que o *kanban* pode ser considerado como uma técnica de controle visual para o balanceamento da produção. O sistema coloca em prática conceitos inovadores do Sistema *Toyota* de Produção a fim de melhorar o nivelamento e controle da produção e a minimizar os estoques intermediários e finais.

Os tipos mais conhecidos do *kanban* são os de movimentação e produção. No *kanban* de movimentação, a circulação dos produtos está ligada diretamente ao cartão, a partir do momento que o cartão é recebido, o deslocamento dos produtos é liberado. Já no *kanban* de produção, o recebimento do cartão, faz com que o processo produtivo dos produtos seja iniciado.

## **2.4 Planejamento e Controle da Produção (PCP)**

Para a identificação de um gargalo em qualquer tipo de atividade, é necessário que haja o conhecimento de todo seu processo produtivo, e isso passa pelo setor responsável, que na maioria dos casos é o planejamento e controle da produção.

Segundo Formoso (1991) planejamento é o processo de tomada de decisões que envolve o estabelecimento de metas e dos procedimentos necessários para atingi-las, sendo efetivo quando seguido de um controle. Corroborando com esse pensamento, Isatto El all. (2000) afirma que não existe a função controle sem planejamento e que o planejamento é praticamente inócuo se não existe controle.

É normal haver o questionamento sobre qual etapa é mais importante no processo, no entanto, Shingo (1996) considera que quanto mais preciso for o planejamento maior será o efeito na produção, enquanto as ações na atividade de controle sirvam apenas como forma paliativa de resolver os problemas. Portanto, a melhoria a partir do planejamento tende a ser mais eficiente, pois o mesmo pode ter um efeito mais influente sobre o sistema como um todo.

Diante do exposto, esse trabalho apresenta os resultados na aplicação do *Kanban* para identificação de gargalos e melhoria dos resultados do setor de planejamento e controle da produção em uma indústria de pré-fabricados.

## **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

As pesquisas podem ser classificadas em três grandes grupos, segundo Gil (2002):

Exploratórias, descritivas e explicativas. A pesquisa exploratória tem o objetivo de proporcionar maior familiaridade com o problema, de forma a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses. A pesquisa descritiva busca identificar as características de determinada população ou fenômeno, ou estabelecer relações entre variáveis. Já a pesquisa explicativa busca identificar os fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência dos fenômenos.

Considerando a escassez de pesquisas nessa área e as consequências da aplicação do *kanban* na identificação de gargalos na indústria de pré-fabricados não serem ainda plenamente conhecidas, essa pesquisa pode ser classificada como exploratória.

A metodologia aplicada a esta pesquisa pode ser dividida em duas partes. Na primeira parte, foi realizada uma revisão bibliográfica, através do exame de livros, artigos, dissertações

e teses, onde informações e conhecimentos sobre os assuntos em questão puderam ser consolidados, com isso, foi possível analisar e definir uma ferramenta adequada para auxiliar na identificação dos gargalos em uma indústria de pré-moldados. No caso, o *kanban* foi a escolha.

A segunda etapa da pesquisa, um estudo de caso, apresenta os resultados e consequências da aplicação do *kanban*, em uma fábrica de peças pré-fabricadas de concreto, que atua na região metropolitana do Recife-PE.

O método de procedimento foi um estudo de caso e a pesquisa foi de natureza qualitativa, que se baseou em observação direta, reuniões e entrevistas com agentes envolvidos.

As observações foram realizadas pelo pesquisador, no momento também funcionário da empresa, que desenvolvia a função de auxiliar de engenharia e trabalhava no setor de planejamento e controle da produção. Durante esse período, o funcionário participou de diversas reuniões com o gerente industrial e seus subordinados, sendo apresentado aos números da fábrica. Ele pode perceber que o volume produzido sempre estava longe do planejado, embora houvesse equipe e recursos suficientes para que esse número fosse ampliado. Ao longo dessa jornada, diversas entrevistas e conversas foram desenvolvidas com os funcionários, desde os mais simples, até os gerentes, buscando uma forma de entender o problema.

O início desse trabalho se deu em dezembro de 2014, onde houve o início das pesquisas em busca de uma técnica que fosse útil e de fácil acesso a todos os funcionários. É preciso deixar claro, que o pesquisador encontrou dificuldades para implementar a ferramenta dentro da fábrica, uma vez que o gerente industrial não concordou com a ideia, e não apoiou o projeto, o que tornou a experiência mais complexa, já que o mesmo não passou para seus subordinados, que eles deveriam contribuir com o método. Em fevereiro de 2015, o *kanban* foi realmente implementado na fábrica, e todo o processo passou a ser mapeado, a fim de encontrar os gargalos e com isso, que soluções fossem propostas. Os resultados desse trabalho, foram obtidos em agosto de 2015, 6 meses após o seu início.

O *kanban* utilizado nesse trabalho, foi o *kanban* de produção, onde o cartão inicia o processo produtivo das peças. A seguir, na figura 1, podemos ver um exemplo de quadro *kanban* que foi dividido em dois projetos, e esses projetos foram divididos em três partes, a fazer, fazendo e feito. Após essa divisão, cartões são colocados em cada um dos blocos, para informar de maneira fácil e visual como está o andamento de cada etapa do processo.

**Figura 1** ó Quadro *kanban*

	A FAZER		FAZENDO		FEITO	
PROJETO A	ITEM 1	ITEM 2	ITEM 3	ITEM 4	ITEM 5	ITEM 6
PROJETO B	ITEM 1	ITEM 2	ITEM 3	ITEM 4	ITEM 5	

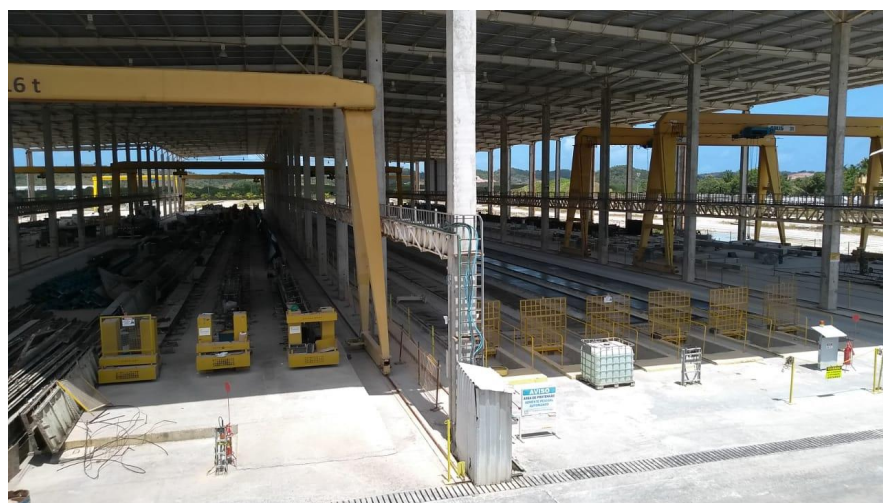
**Fonte:** Autor (2018)

## 4 ESTUDO DE CASO

### 4.1 A Empresa

O estudo de caso foi realizado em uma fábrica de pré-fabricados situada a 45 km da capital pernambucana, na cidade do Cabo de Santo Agostinho ó PE. A fábrica possui capacidade de produção de até 3000 m<sup>3</sup> de concreto por mês, e dentre a sua variedade de peças, as mais usuais são pilares, vigas armadas e protendidas, painéis e lajes alveolares, estacas armadas e protendidas e peças especiais.

**Figura 2** ó Empresa de pré-fabricados



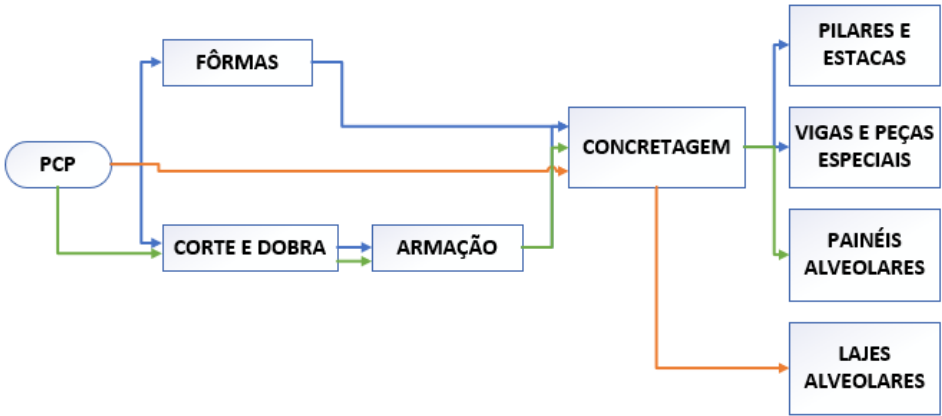
**Fonte:** Autor (2018)



4.2 Descrição do Processo

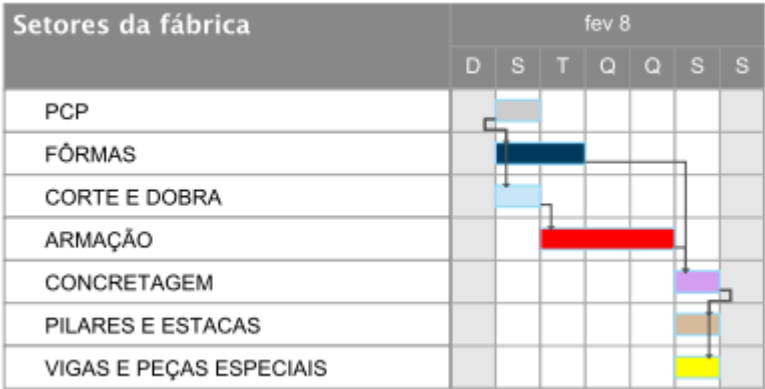
A equipe de montagem estudava a obra a fim de determinar sua estratégia de montagem, pensando em fazer um processo seguro e veloz simultaneamente. Após essa definição, a equipe de PCP trabalhando em conjunto com o gerente e com o supervisor industrial estabelecia a programação semanal de fabricação das peças. A partir desse momento a informação era repassada entre os encarregados de cada setor, que mobilizavam as suas equipes e buscavam o material necessário para efetuar suas funções. O fluxograma das atividades pode ser visto na figura 3 e o tempo necessário para realização de cada atividade, na figura 4.

Figura 3 ó Fluxograma das atividades da fábrica



Fonte: Autor (2018)

Figura 4 ó Diagrama de Gantt



Fonte: Autor (2018)

Apesar de todas as equipes desempenharem bem as suas funções, é possível notar que o setor de armação leva mais tempo do que as outras equipes desempenhando sua função.

### **4.3 Caracterização dos Problemas**

Ainda na fase de análise de viabilidade, um estudo foi desenvolvido, solicitado pelos investidores da empresa, e diante das informações disponíveis, os consultores informaram que a capacidade de produção mensal seria de 3.000 m<sup>3</sup> de concreto. Para chegar nesse valor, foi levado em consideração a demanda e os recursos que estavam ao dispor da empresa. No entanto, a realidade é que os números da produção não chegavam nem a metade do valor estipulado, causando frustração nos investidores e nos funcionários.

Como o dimensionamento da linha de produção era estipulado em 3.000 m<sup>3</sup> de concreto por mês, a equipe de produção foi dimensionada pensando nesse número e o resultado disso, foi uma má distribuição no quadro de funcionários, causando desequilíbrio entre as equipes, criando gargalos na linha de produção.

Além disso, a indústria de peças pré-fabricadas é conhecida pela velocidade com que suas obras são finalizadas, no entanto, a empresa em questão estava enfrentando um constante atraso no seu cronograma, o que estava colocando em risco a credibilidade da empresa com os seus clientes.

### **4.4 Aplicação do Kanban para identificação dos gargalos**

O primeiro desafio foi convencer a gerência industrial que utilizando o kanban na linha de produção, seria possível identificar gargalos existentes, e com isso, buscar soluções para os problemas. Houve muita resistência da gerência, e não houve um apoio na implantação do sistema.

Em seguida, houve uma reunião entre a equipe de PCP, equipe de qualidade e funcionários do chão da fábrica aconteceu, e a ferramenta foi apresentada a todos, explicando os motivos pelos quais o kanban estava sendo usado, e como as atividades da linha de produção só deveriam seguir para a etapa seguinte, quando recebesse o cartão da equipe anterior. A proposta também sofreu resistência dos funcionários, que questionavam o apoio da gerência industrial, dificultando assim a aceitação do sistema.

No entanto, mesmo diante dos desafios, dois quadros foram implantados. O primeiro ficava no chão da fábrica e outro no escritório, onde a equipe administrativa poderia acompanhar o processo de maneira mais fácil.

Em seguida foi planejada a distribuição do quadro. Após uma análise, ficou determinado que ao invés de colocar o nome dos setores, o quadro possuiria o nome dos encarregados que existiam na linha de produção, associando assim, um compromisso pessoal dos encarregados com a função.

O segundo passo foi determinar qual seria o ponto inicial do processo. Após discussão entre a equipe de planejamento e gerência industrial, foi determinado que o início seria no próprio setor de PCP, que recebe a demanda a partir do setor de projetos, e a partir dele, as peças seriam liberadas à produção.

Quando os projetos chegavam até o PCP, os funcionários estudavam o projeto, e realizavam o cadastro das peças no sistema, alimentando com informações importantes como volume de concreto da peça em metros cúbicos e a quantidade de cada tipo de aço que a peça possuía.

Assim que os projetos eram entregues à equipe de PCP, os primeiros cartões eram depositados nos nomes dos encarregados de fôrmas e corte dobra, respectivamente.

Assim que recebiam as informações, o encarregado de fôrmas reunia a sua equipe e começava a montar as mesmas. Com o projeto em mãos, o encarregado de corte e dobra ia até o estoque para pegar a quantidade de aço que iria usar na confecção das peças, e logo após isso, iniciar o processo de acordo com a indicação dos projetos de armação. Assim que o serviço era concluído, os cartões eram depositados na parte de armação. Enquanto a equipe de armação trabalhava, os cartões que estavam com a equipe de fôrmas, eram depositados nos blocos das equipes de confecção de peças, e assim que elas os recebiam, iniciavam o preparo das suas áreas de trabalho e posicionavam as fôrmas nos locais onde a concretagem iria acontecer. Durante esse processo, foi possível notar a ociosidade de alguns funcionários em comparação a outros.

Na equipe de lajes e painéis alveolares, o processo era algo bem independente. A equipe só dependia dos setores de corte e dobra, armação e concretagem, caso existisse alguma demanda de painéis a serem fabricados, o que ocorria em raros casos. Quando não havia essa ação, eles recebiam os cartões diretamente do PCP, que simultaneamente entregavam os cartões a equipe de concretagem, que assim que concluía a fabricação do concreto, depositavam seus cartões na parte de lajes. As funções dos funcionários da laje durante o processo eram relativamente simples. Eles limpavam a pista de concretagem,

passavam os cabos de protensão na pista, e usavam uma máquina para efetuar a concretagem das peças.

Ao término da armação, os cartões eram depositados na parte de confecção de peças e na concretagem, e dispondo dessas informações a equipe de concretagem ia até o estoque, onde pegaria o insumo necessário para produção de concreto que seria usado na produção das peças e após o término da fabricação do concreto, os cartões eram depositados nos grupos correspondentes de produção de peças. A concretagem das peças era iniciada após o recebimento dos cartões da parte de armação e de concretagem respectivamente. Na figura 5, podemos ver um exemplo das informações que constavam no cartão kanban utilizado na linha de produção.

**Figura 5** 6 Informações do cartão kanban

<b>Obra</b>	<b>Nome da obra</b>
<b>ID Peça</b>	<b>Nome da peça</b>
<b>Tipo</b>	<b>Tipo de peça</b>
<b>Volume (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Volume unitário</b>
<b>Quantidade de Projeto</b>	<b>Quantidade de peças</b>
<b>Ordem de sequência</b>	<b>Número da peça</b>
<b>Dimensões (m)</b>	<b>Medidas da peça</b>
<b>Traço</b>	<b>Traço do concreto</b>
<b>Fck</b>	<b>Resistência do concreto</b>
<b>Nome do projeto</b>	<b>Projeto</b>
<b>Revisão do projeto</b>	<b>Número da revisão</b>
<b>Encarregado do setor</b>	<b>Nome do encarregado</b>

**Fonte:** Autor (2018)

Concluído o processo de fabricação, foi verificado que o setor de armação não possuía efetivo suficiente, a fim de atender o fluxo sem comprometer o sistema. É importante frisar que durante todo o processo, a equipe de qualidade desempenhou um papel fundamental, pois os inspetores de qualidade fiscalizavam todas as etapas da linha de produção, e garantiam que o kanban estava funcionando da maneira como foi planejada.

A seguir, a Tabela 1 apresenta a distribuição de funcionários de acordo com os setores e a produção mensal de concreto.

**Tabela 1** ó Distribuição de funcionários

Setores	Funcionários	Produção Mensal
Fôrmas	10	1200 m <sup>3</sup>
Corte e dobra	10	
Armação	14	
Pilares e estacas armadas e protendidas	10	
Vigas armadas e prontendidas, peças especiais	18	
Lajes e painéis alveolares	11	
Concretagem	8	

**Fonte:** Autor (2018)

Realizada a análise do fluxo de produção, foi possível concluir que a equipe de armação estava afunilando o processo como um todo, o que limitava a produção. Em outras palavras, o gargalo da produção estava nesta etapa do serviço.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a identificação do gargalo, algumas soluções foram estudadas e sugeridas a gerência industrial, no entanto nem todas as sugestões foram aplicadas.

A primeira sugestão foi em relação ao tempo do processo. Como o PCP possuía a informação de quando a peça deveria seguir para a obra, foi sugerido que o processo se embasasse em uma fórmula de  $\sigma T - 5\sigma$ . Onde T seria a data que a peça deveria estar confeccionada, e ela deveria entrar no quadro do kanban com 5 dias de antecedência. Com essa solução, as equipes permaneceriam com a mesma composição, e o fluxo deveria seguir normalmente. No entanto, a gerência industrial resistiu a essa mudança alegando que qualquer tipo de imprevisto que ocorresse na linha de produção, poderia prejudicar o sistema.

A segunda sugestão foi redistribuir as equipes de uma maneira que mais funcionários fossem relocados ao setor de armação, e retirados de outros setores onde a redução de efetivos não fosse prejudicial. Com isso, um treinamento aplicado pela equipe de qualidade poderia classificar os profissionais sem que houvesse algum efeito oneroso a empresa. Essa sugestão também não foi acatada pela gerência industrial, sob a alegação que com a retirada de funcionários de um setor para o outro, novos gargalos poderiam surgir.

A terceira sugestão partiu da premissa da contratação de mão de obra, a fim de acrescentar mais funcionários a equipe de armação. A decisão tomada foi a de contratar uma empresa terceirizada que fosse especializada na armação das peças. A justificativa para essa decisão foi que mesmo com a contratação de novos funcionários, um treinamento deveria ser aplicado aos mesmos, e um tempo de

adaptação de 15 dias, faria com que esse gargalo fosse corrigido com um prazo mais longo que o desejado. A consequência inicial do reforço no setor gargalo foi o aumento da produção de volume de concreto em 50%. A seguir, a Tabela 2 apresenta a nova distribuição de funcionários.

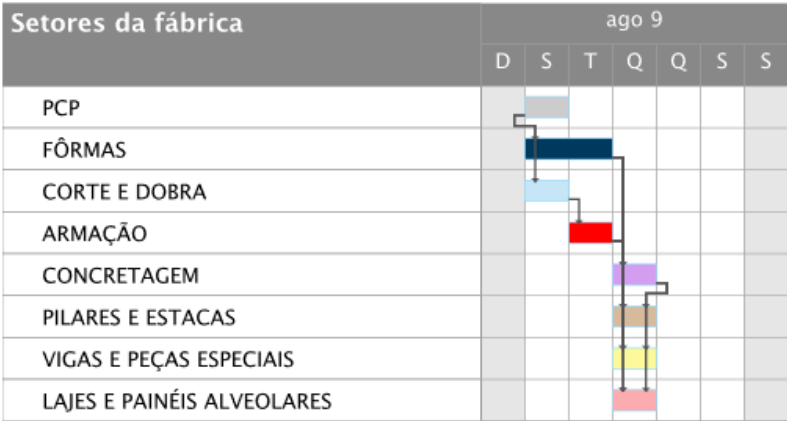
**Tabela 2** ó Nova distribuição de funcionários

Setores	Funcionários	Produção Mensal
Fôrmas	10	1800 m³
Corte e dobra	10	
Armação	24	
Pilares e estacas armadas e protendidas	10	
Vigas armadas e prontendidas, peças especiais	18	
Lajes e painéis alveolares	11	
Concretagem	8	

Fonte: Autor (2018)

Com essa nova distribuição de funcionários, a produção ocorria de maneira mais ágil, conforme Figura 6.

**Figura 6** ó Diagrama de Gantt a partir da nova distribuição dos funcionários



Fonte: Autor (2018)

Após esse reforço, o atraso de entrega de peças na obra, que estava ocorrendo com frequência, foi corrigido. No entanto, ficou claro para a equipe de planejamento, que o objetivo de 3.000 m³ de concreto mensais, só poderia ser alcançado com o gerenciamento da demanda.

Uma alternativa recomendada seria o investimento no aumento das vendas de lajes alveolares, pois, com isso, a produção aumentaria, já que, como dito anteriormente, esta é uma etapa independente

das outras, onde a produção pode ocorrer praticamente todos os dias, com um menor número de funcionários.

## 6 CONCLUSÕES

Como um dos setores mais importantes para o desenvolvimento do país, a construção civil precisa buscar uma melhoria através de novas tecnologias e processos de gestão. O pré-fabricado pode ser uma alternativa eficiente, agregando características como produtividade, menor desperdício e alto controle de qualidade. No entanto, por mais eficaz que seja a solução empregada, sem um planejamento e controle da produção, o que deveria vir a ser viável, pode se tornar o inverso.

O estudo de caso, aplicado em uma indústria de pré-fabricados que funciona na região metropolitana do Recife, apresentou a utilização do kanban como um importante aliado do PCP. Com isso, foi possível identificar os gargalos em sua linha de produção e auxiliar na correção dos problemas, aumentando assim a sua produtividade.

Embora algumas limitações tenham ocorrido, como o fato da resistência por parte da gerência industrial e dos funcionários, o que fez com que o processo andasse num ritmo mais lento do que o programado inicialmente, constatou-se que a ferramenta foi de grande ajuda na identificação dos gargalos, deixando claro que um dos setores da fábrica, estava comprometendo o sistema, e diminuindo sua capacidade de produção. Com a identificação, algumas soluções foram propostas, resultando na melhoria do desempenho do gargalo, o que acarretou em um aumento de 50% na produção mensal de volume de concreto e reduziu o atraso no cronograma das obras em praticamente 100%.

Conclui-se que o kanban foi eficiente como ferramenta na identificação de gargalos em uma linha de produção de peças pré-fabricadas, trazendo resultados satisfatórios a todos os envolvidos.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACKER, Arnold Van. **Manual de Sistemas de Pré-fabricados de concreto**. 2002.  
Disponível em: <[http://apoioididatico.iau.usp.br/projeto3/2013/manual\\_prefabricados.pdf](http://apoioididatico.iau.usp.br/projeto3/2013/manual_prefabricados.pdf)>.  
Acesso em: 1ª maio 2018.

ÂNGULO, Sérgio Cirelli; ZORDAN, Sérgio Eduardo; JOHN, Vanderley Moacyr.  
**Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem de Resíduos na Construção Civil**. São Paulo, PCC ó Departamento de Engenharia da construção civil da escola politécnica, 2007.

BITITCI, U. S.; SUWIGNJO, P.; CARRIE, A. S. Strategy Management Through Quantitative Modeling of Performance Measurements Systems. **Int. J. Production Economics**, v. 69, p. 15-22, 2001.

FORMOSO, C.T. **A Knowledge Based Framework for Planning House Building Projects**. 1991. Tese de Doutorado ó Department of Quality and Building Surveying, University of Salford, Salford. 1991.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo, Editora Atlas, 2002.

ISATTO, Eduardo Luis et. All. **Lean Construction**: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na construção civil. Porto Alegre: SEBRAE/RS, 2000.

OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

OLIVEIRA, F.E.M. Considerações sobre o kanban. **Revista do Centro de Ciências Administrativas**, Fortaleza: vol. 11, n. especial, p. 103-110, 2005.

ORDONEZ, J. A. F. **Pre-fabrication**: teoría y práctica. v. 1. Barcelona: Editores Técnicos. 1974.

PESSOA, P. P. F. A. de. **Gestão Agroindustrial**. Fortaleza: Embrapa Agroindustrial Tropical, 2003.

SABBATINI, Fernando Henrique; AGOPYAN, Vahan. **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos**: formulação e aplicação de uma metodologia. São Paulo, 1989.

SHINGO, Shigeo. **Sistemas de Produção com estoque zero**: o sistema Shingo para melhorias contínuas. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

UMBLE, M. M.; SRIKANTH, M. L. **Synchronous Manufacturing**: principles for world-class excellence. Wallingford: The Spectrum Publishing Company, 1995.